

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-154095

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl.

G02B 17/08  
G11B 7/12  
G11B 7/135

(21)Application number : 11-338404

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 29.11.1999

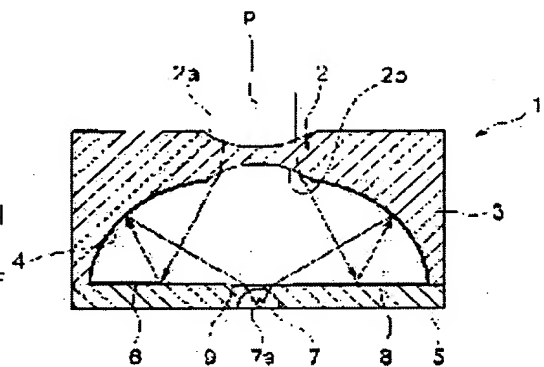
(72)Inventor : HOSOE HIDE

(54) OPTICAL ELEMENT, OPTICAL PICKUP DEVICE AND RECORDING/ REPRODUCING DEVICE -

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high accuracy optical element, which is suitable to a close distance optical system, and is durable against heat, with little thermal influence, and which is not anisotropic, with less double refraction, and to provide an optical pickup device using the optical element, and to provide a recording/reproducing device equipped with the optical pickup device.

SOLUTION: This optical element 1 is formed of thermosetting resin or photosetting resin, and the optical element 1 is provided with a 1st reflection surface 6, a 2nd reflection surface 4 and the high refraction area 7 of a plate part 5. The light reflected by the 2nd reflection surface is condensed to the high refraction area 7, and then the light oozing through the exit surface 7a of the high refraction area due to the close distance effect is used for the optical pickup. The optical pickup device includes the optical element 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-154095

(P 2 0 0 1 - 1 5 4 0 9 5 A)

(43) 公開日 平成13年6月8日 (2001.6.8)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード (参考)
G02B 17/08		G02B 17/08	Z 2H087
G11B 7/12		G11B 7/12	5D119
7/135		7/135	A

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願平11-338404

(22) 出願日 平成11年11月29日 (1999.11.29)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 細江 秀

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA13 TA01 TA03 TA04 UA01

5D119 AA11 AA22 BA01 CA06 DA01

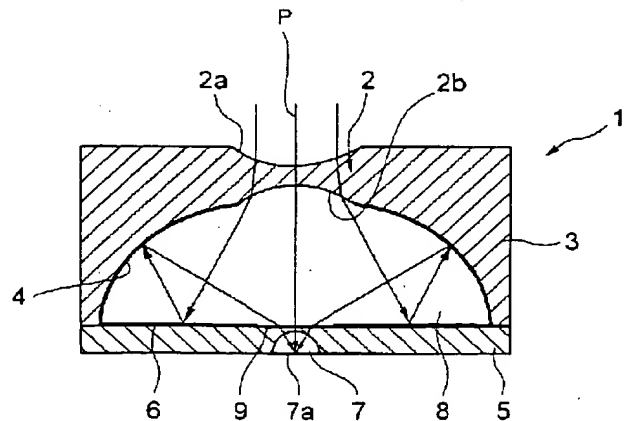
DA05 JA44 JA48 JB03 JB06

(54) 【発明の名称】 光学素子、光ピックアップ装置及び記録再生装置

## (57) 【要約】

【課題】 近接場光学系に適切であり、熱に対し耐久性があり熱影響が少なくかつ異方性がなく光学的に高精度で複屈折が少ない光学素子、この光学素子を用いた光ピックアップ装置、及びこの光ピックアップ装置を備える記録再生装置を提供する。

【解決手段】 この光学素子1は、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成され、第1の反射面6と、第2の反射面4と、平板部5の高屈折領域7とを備える。第2の反射面から反射した光が高屈折領域7に集まり、高屈折領域の射出面7aから近接場効果で滲み出た光を光ピックアップのために利用できる。光ピックアップ装置が光学素子1を含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成され、少なくとも一部に反射面が形成されていることを特徴とする光学素子。

【請求項2】 外部からの光が入射する入射面と、外部へ光を出射させる出射面とを有し、前記反射面は前記入射面から入射した光を前記出射面に集光することを特徴とする請求項1に記載の光学素子。

【請求項3】 前記反射面は少なくとも第1の反射面と第2の反射面とを備え、前記第1の反射面は入射した光を反射し、前記第2の反射面は前記第1の反射面で反射された光を出射面に集光する請求項1または2に記載の光学素子。

【請求項4】 外部からの光が入射面から入射し、外部へ光を出射させる出射面において近接場効果を有し、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成され、反射面を含むことを特徴とする光学素子。

【請求項5】 前記反射面または前記第1の反射面が平面形状に構成されている請求項1、2、3または4に記載の光学素子。

【請求項6】 前記反射面または前記第1の反射面が曲面形状に構成されている請求項1、2、3または4に記載の光学素子。

【請求項7】 前記反射面または前記第2の反射面が前記出射面に光が集光するような曲面形状に構成されている請求項1～6のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項8】 前記出射面を含む領域を他の部分よりも屈折率の高い材料から構成した請求項2～7のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項9】 前記出射面の近傍を含む領域を屈折率の高い材料から構成した請求項2～7のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項10】 前記屈折率の高い材料と低い材料との境界面が前記出射面の中心をほぼ中心とする略球面である請求項7または8に記載の光学素子。

【請求項11】 前記反射面、第1の反射面及び第2の反射面の少なくとも1つが裏面鏡である請求項1～10のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項12】 前記反射面、第1の反射面及び第2の反射面の少なくとも1つが表面鏡である請求項1～10のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項13】 前記反射面が光学素子本体と異なる材料で形成された請求項1～12のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項14】 少なくとも一部に光学素子本体と異なる材料から形成された反射面を有し、前記反射面は第1の反射面と第2の反射面とを備え、前記第1の反射面は入射した光を反射し、前記第2の反射面は前記第1の反射面からの光の少なくとも一部を出射

面に集光し、

前記第1の反射面及び第2の反射面を光学素子本体の内部に形成したことを特徴とする光学素子。

【請求項15】 前記反射面が表面鏡であり、出射面近傍または前記出射面の一部を含む光透過部分に屈折率の高い半球面レンズを配置した請求項14に記載の光学素子。

【請求項16】 外部からの光が入射する入射面にレンズを配置した請求項14または15に記載の光学素子。

【請求項17】 近接場光学系に用いられることを特徴とする請求項1～16のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項18】 請求項1～17のいずれか1項に記載の光学素子を対物レンズとしたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項19】 光源と、前記光源からの光を情報記録媒体に集光する請求項1～17のいずれか1項に記載の光学素子と、前記情報記録媒体からの光を受光する受光素子と、を具備し、

前記光学素子と前記情報記録媒体との最近接距離が $\lambda/2$  ( $\lambda$ : 前記光源の波長) 以下であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項20】 前記最近接距離が $\lambda/4$  以下である請求項19に記載の光ピックアップ装置。

【請求項21】 請求項19または20に記載の光ピックアップ装置を備え、音声及び画像の少なくとも一方について記録及び再生の少なくとも一方が可能であることを特徴とする記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、反射面を有し近接場光学系に適切である光学素子、この光学素子を用いた光ピックアップ装置、及びこの光ピックアップ装置を備える記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、高密度光記録における記憶容量を増やすために、光ディスク上に読みとりや書き込みのために集光させるレーザ光のスポットサイズを小さくすることが試みられ実用化されている。このための最も一般的な方法は光源の波長を短くすることである。これは、エアリーディスク半径と呼ばれるスポット半径が以下の式(1)で表されるのであるが、波長を短くすることによりスポットサイズを小さくし、記録ピットの大きさを小さくし、光ディスク上のピット密度を増大させるものである。

【0003】

$$r = 0.61 \cdot F \cdot \lambda / n \approx 1.22 \cdot \lambda / (n \cdot \sin \theta) = 1.22 \cdot \lambda / NA$$

(1)

ここで、 $r$  : スポット半径、 $\lambda$  : 波長、 $\theta$  : 焦光角、 $n$  : 屈折率、 $NA$  : 開口数、である。

【0004】従って、従来、コンパクトディスク(CD)では光源の波長は780nmであるのに対し、より高密度記録の可能なDVDでは光源の波長は650nmと短くなっており、同じFナンバーの対物レンズで光ディスク上に集光させる場合を考えると、DVDの場合、スポットサイズはCDの1/1.2になって光ディスク上では面積比として記録密度に貢献するので、記録密度は1.2<sup>2</sup>=1.44倍だけ増加することになる。更に、Fナンバーを小さくする、つまり明るい対物レンズを用いて集光すると、スポットサイズが小さくなる。即ち、CD用途ではNA0.45の対物レンズの明るさが、DVD用途ではNA0.6となり、DVDの場合、スポットサイズは1/1.33倍となるので、このNA増加による記録密度に対する寄与はCDの1.77倍となる。前述の短波長化の効果と合わせると、2.5倍以上の記録密度の向上を実現できることが分かる。

【0005】また、同様にして、集光スポット光の波長を短くし同時にNAを大きくすることにより記録密度を向上するものとして近接場を利用する対物レンズが公知である。例えば、図9に示すのは、Optics Design and Fabrication '98で発表されたSIL(Solid Immersion Lens)と呼ばれる対物レンズである。図9に示すように、この対物レンズでは、第1面91は凹屈折面となっており、無限遠からの光束が透過すると緩やかに発散するが、第2面92の平面によって反射され折り返される。そして、第3面93の反射面によって急激に集光されて出射面である第4面94で空気との境界面近傍で焦点を結ぶ。この焦点光は、対物レンズを構成する光学媒質の方が出射後の空気よりも屈折率が高いから、大半は全反射してしまうが、第4面94に対して波長の数分の一程度の距離では、エバネッセント波として第4面上を伝搬する光となり、空気中に媒質内の光束がしみ出す。このとき、光ディスクDをこのしみ出した光を捕らえられるように第4面94に対して100nm以下の近接場に接近させて配置しておく、媒質中の波長で光ディスクに読みとりや書き込みの集光スポットを結ぶことができる。

【0006】上述の対物レンズでは、第3面93で大きな集光角 $\theta$ で集光された光束は媒質の屈折率 $n$ がかかった大きなNAとなるために、非常に小さなスポットサイズを実現でき、記録密度を飛躍的に高めることができる。例えば、光源の波長 $\lambda$ を650nmとし、対物レンズの媒質の屈折率 $n$ を1.8とし、さらに集光角 $\theta$ を60°とすると、NAは1.56となり、スポットサイズはDVD用途の1/2.6倍となる。従って、記録密度が6.8倍と驚異的に向上し、光ディスクの光ピックアップ光学系に適切な対物レンズである。

【0007】しかし、この対物レンズは、第2面92の

折り返しをなくすとカタディオプトリック系の反射光学系が基本となっており、光学面として収差低減に寄与しているのは第1面91の屈折面と第3面93の反射面の2面である。このため、充分な収差補正の実現が困難となってしまう。

【0008】また、記録再生装置内に光ピックアップ用として配置されて使用される対物レンズは装置の他の部分からの熱の影響を受け易く、このため熱の耐久性等に問題が生じる場合があり、この熱の影響に対応することが必要である。それでいて、異方性がなく光学的に高精度で複屈折の少ない光学素子が要求されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の第1の目的は、近接場光学系に適切であり、熱に対し耐久性があり熱影響が少なくかつ異方性がなく光学的に高精度で複屈折が少ない光学素子、この光学素子を用いた光ピックアップ装置、及びこの光ピックアップ装置を備える記録再生装置を提供することである。

【0010】本発明の第2の目的は、近接場光学系に適切でありかつ充分な収差補正が可能な光学素子、この光学素子を用いた光ピックアップ装置、及びこの光ピックアップ装置を備える記録再生装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題達成のため、本発明の光学素子は、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成され、少なくとも一部に反射面が形成されていることを特徴とする。

【0012】この光学素子によれば、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成されているので、熱可塑性樹脂によるものと比べて熱による影響は少なく熱に対し耐久性が実現できるとともに、光学的に異方性がなく複屈折が少なく光学的に高精度な光学素子を実現できる。また、反射面が形成されているため、この反射面を利用した近接場光学系に適切な光学素子とすることができる。また、より低温の状態で成形できるから、製造上コスト的に有利である。

【0013】なお、反射面とは、本明細書では、その反射面に入射した光の50%以上(望ましくは90%以上)を反射する面をいう。

【0014】また、熱硬化性樹脂とは、加熱により網状構造となり3次元化して不溶不融の樹脂になり、一度硬化すると加熱により再軟化し難い性質を有し、エポキシ樹脂、アクリレート系樹脂、メタクリレート系樹脂、スチレン系樹脂、ウレタン系樹脂等があるが、これらに限定されない。好ましい熱硬化性樹脂の具体例としては、三菱化学製のUV1000、2000、3000、三井化学製のMR-6、-7、日本合成ゴム製のデソライトなどがある。

【0015】また、光硬化性樹脂は、紫外線を照射する

10

20

30

40

50

ことで硬化を開始する性質を有する樹脂であり、一般に熱を加えることで硬化速度が促進される。従って、同一のモノマー樹脂でも、重合開始剤を選択することにより、熱硬化性樹脂と光硬化性樹脂とに作り分けることができる。光硬化性樹脂材料の具体例として、三菱化学(株)のUV1000、2000、3000や日本化薬(株)のカヤラッド、三井化学(株)のMR-6、-7などがあり、紫外線照射強度を最適化することで2~3分程度で硬化させることができる。

【0016】また、外部からの光が入射する入射面と、外部へ光を出射させる出射面とを有し、前記反射面は前記入射面から入射した光を前記出射面に集光するように構成することにより、集光した光が出射面から浸み出て近接場光学系に適切な光学素子とすることができる。

【0017】また、前記反射面は少なくとも第1の反射面と第2の反射面とを備え、前記第1の反射面は入射した光を反射し、前記第2の反射面は前記第1の反射面で反射された光を出射面に集光するように構成することができる。

【0018】また、本発明の別の光学素子は、外部からの光が入射面から入射し、外部へ光を出射させる出射面において近接場効果を有し、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成され、反射面を含むことを特徴とする。

【0019】この光学素子によれば、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成されているので、熱可塑性樹脂によるものと比べて熱による影響は少なく熱に対し耐久性が実現できるとともに、光学的に異方性がなく複屈折が少なく光学的に高精度な近接場効果を有する光学素子を提供できる。また、反射面が形成されているため、この反射面を利用した近接場光学系に適した光学素子とすることができる。

【0020】また、前記第1の反射面を平面形状または曲面形状に構成することができ、また、前記第2の反射面を前記出射面に光が集光するような曲面形状に構成することができる。

【0021】また、前記出射面を含む領域または前記出射面の近傍を含む領域を他の部分よりも屈折率の高い材料から構成することにより、この領域で集光した光が出射面から浸み出て近接場光学系に適切な光学素子とすることができる。

【0022】なお、この場合、レンズを出射面を含む領域または出射面の近傍を含む領域に配置することにより、屈折率の高い領域としてもよい。

【0023】この場合、前記屈折率の高い材料と低い材料との境界面を前記出射面の中心をほぼ中心とする略球面にすることにより、近接場光学系により適切な光学素子とすることができる。

【0024】上述の光学素子において、前記反射面を裏面鏡または表面鏡とすることができる。

【0025】ここで、表面鏡とは、反射面を構成する媒

体外から光線が反射面に入射し、入射角と等しい反射角によりその媒体外へ反射する構成の反射鏡をいう。また、裏面鏡とは、反射面を構成する媒体中から光線が入射し、入射角と等しい反射角により光線を反射し媒体中へ戻す構成の反射鏡をいう。

【0026】また、前記反射面を光学素子本体と異なる材料で形成することが好ましい。これにより、例えば、屈折率が異なる境界面で入射した光の収差補正ができる。なお、異なる材料とは、少なくとも屈折率が互いに異なるような材料をいう。

【0027】また、本発明の別の光学素子は、少なくとも一部に光学素子本体と異なる材料から形成された反射面を有し、前記反射面は第1の反射面と第2の反射面とを備え、前記第1の反射面は入射した光を反射し、前記第2の反射面は前記第1の反射面からの光の少なくとも一部を出射面に集光し、前記第1の反射面及び第2の反射面の少なくとも一方を光学素子本体の内部に形成したことを特徴とする。

【0028】この光学素子によれば、光学素子本体と異なる材料で形成した反射面により、反射率の大きな反射面を得て効率のよい光学素子を実現できる。また、第1の反射面及び第2の反射面を光学素子本体の内部に形成し、近接場光学系に適切な光学素子とすることができる。

【0029】また、前記反射面が表面鏡であり、出射面近傍または前記出射面の一部を含む光透過部分に屈折率の高い半球面レンズを配置することにより、光学素子本体の内部で表面鏡である反射面により集光が空気中で行われるためNAを1以上に大きくすることが可能となる。

【0030】また、外部からの光が入射する入射面にレンズを配置することにより、光線がレンズに入射し2つの光学面を透過してから反射面で反射し、光学的に収差補正できる自由面が3面となるので、収差補正の配分や光学設計の自由度が拡がり、良好な光学性能を確保し易くなる。

【0031】上述のような光学素子は、出射面から浸み出る光を用いる近接場光学系に好適である。

【0032】従って、上述のような光学素子を対物レンズに用いて光ピックアップ装置を構成でき、特に、出射面から浸み出る光を光ピックアップのために用いることができ、光のスポットサイズを小さくし大きな記録密度を実現できる近接場光学系を含む光ピックアップ装置として構成できる。

【0033】また、本発明の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源からの光を情報記録媒体に集光する上述の光学素子と、前記情報記録媒体からの光を受光する受光素子とを具備し、前記光学素子と前記情報記録媒体との最近接距離が $\lambda/2$  ( $\lambda$ : 前記光源の波長) 以下であることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0034】この光ピックアップ装置によれば、上述の光学素子により近接場光学系を構成し、光源から入射し出射面から浸み出る光を光ピックアップのために用いることにより、光のスポットサイズを小さくし大きな記録密度を実現できる光ピックアップ装置を構成することができる。

【0035】この場合、近接場光量を多く用いるために前記最近接距離が $\lambda/4$ 以下であることがより好ましい。

【0036】また、上述の光ピックアップ装置を備え、音声及び画像の少なくとも一方について記録及び再生の少なくとも一方が可能である記録再生装置を構成することができる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明による実施の形態について図面を用いて説明する。図1は本発明の実施の形態を示す光学素子の縦断面図である。

【0038】図1に示すように、光学素子1は、外部からの光が入射する凹面2aと光が出射する凹面2bとを有する凹レンズ部2と、光学素子本体3と、平板部5と、凹レンズ部2と光学素子本体3と平板部5とに包囲されるように内部に形成された空洞部8と、平板部5の外周側に平面状に形成された第1の反射面6と、空洞部8の内面に形成され第1の反射面6からの光を平板部5の中心に向け集光するように反射させる第2の反射面4と、平板部5の中心近傍部9に形成された高屈折領域7とを備える。

【0039】光学素子本体3は、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成され透光性であるので、凹レンズ部2を一体に成形することができる。また、光学素子の素材として熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂であるので、熱可塑性樹脂によるものと比べて熱による影響は少なく熱に対し耐久性が実現できるとともに、光学的に異方性がなく複屈折が少なく光学的に高精度な光学素子を実現できる。また、より低温の状態で成形できるから、製造上コスト的に有利である。

【0040】なお、熱硬化製樹脂の好ましい具体例としては、三菱化学製のUV1000、2000、3000、三井化学製のMR-6、-7、日本合成ゴム製のデソライトなどがある。

【0041】また、光硬化性樹脂の好ましい具体例としては、三菱化学製のUV1000、2000、3000や日本化薬製のカヤラッド、三井化学製のMR-6、-7などがある。光硬化性樹脂の場合は、成形金型の一部をガラスなどの紫外線が透過する材料で製作し、常温で液体の樹脂を成形金型に充填した後、紫外線を照射して硬化させて光学素子を成形するようにできる。

【0042】平板部5はガラス板等の透光性材料から構成され、中心近傍部9の外周に第1の反射面6が形成されている。第2の反射面4は平板部5の中心に向けて光

を集光するような曲率に形成されている。第1の反射面6及び第2の反射面4は、例えば銀材料で蒸着法により形成することができ、各反射面6、4に入射した光の少なくとも50%以上は反射するようになっている。反射率はより好ましくは90%以上である。平板部5は光学素子本体3にその外周で接着等により固定することができる。なお、光学素子本体3とは、図1において凹レンズ部2と第2の反射面4とを含む全体部分をいう。

【0043】また、平板部5の中心近傍部9に形成された屈折率 $n$ の高屈折領域7は、平板部5の透光性材料よりも屈折率が高く形成されており、例えば平板部5の中に埋め込み、イオン交換、ドーピング等により、ほぼ半球面状に形成される。なお、この高屈折領域7は熱硬化性材料でなくてもよい。

【0044】図1に示す光学素子によれば、図の上方からほぼ平行な光がレンズ部2の凹面2aから入射し凹面2bから光軸 $p$ を中心に拡散するように出射する。この拡散した光は平面部5の第1の反射面6で反射し、この反射光が第2の反射面4で平板部5の中心近傍に向けて更に反射し、平板部5の中心近傍に集まる。そして、この集光された光が平板部5の中心近傍部9に形成された高屈折領域7へ入射し、出射面7aから外部に出射する。このとき、近接場効果で出射面7aから $\lambda/2$  ( $\lambda$ は光の波長)の距離の範囲内で $\lambda/n$ の波長を有する近接場光が浸み出る。この浸み出た光を例えば後述する図2のように光ピックアップのために用いることができる。なお、 $\lambda/4$ の距離の範囲内で用いるのが、近接場光の強度は出射面7aからの距離により指数的に減少するから、更に効果的である。

【0045】以上のように、図1の実施形態では、第1の反射面6及び第2の反射面4は表面鏡であるが、レンズ部2を光が透過するので、第2の反射面4等を構成する光学素子本体3は光透光性であることが好ましい。このような表面鏡の場合は、図10のような裏面鏡の場合と異なり、光線がレンズ部2に入射して第2の反射面4で反射してから外部に出射する。即ち、2つの光学面(2a、2b)を透過し、第2の反射面4で反射し、光学的に収差補正できる自由面が裏面鏡の場合より一つ多い3面となるから、十分な収差補正が可能となり、良好な光学性能を確保し易くなり、好ましい。例えば、裏面鏡の場合では2つの自由面で収差補正をするため、球面収差と軸外入射光に対するコマ収差の補正しかできなかったが、表面鏡とするとこれに加えて、軸外入射光の非点収差も良好に改善できる。

【0046】また、上述のような表面鏡の構成による光学素子は、表面鏡による入射光線の集光が空気中で行われるため、NAが1以上に大きくならないが、平板部5に高屈折領域7を設けているから、高屈折領域7を構成する材料の屈折率分だけNAを大きくできる。例えば、高屈折領域7の屈折率を2.4 ( $\text{SiTiO}_3$ )や2.8

( $\text{TiO}_2$ ) とすると、高屈折領域7がない場合にNAは0.86 ( $\theta = 60^\circ$ ) であったものが、それぞれ、2.1, 2.4となる。このため、スポット径の小さな光を得ることができ、光ピックアップ装置に用いた場合に、4.4倍や5.8倍の高密度記録が可能となる。

【0047】また、最初に光線が入射するレンズ部2は凹面としたが、凸面であっても良い。その光学面形状は問わす、またこの面でのパワーが正であっても負であっても良い。この入射面とすぐ後の出射面で構成されるパワーが正の場合は、発散光束を得るために透過光線は次の反射面で反射して表面鏡に達するまでに一旦集光することとなる。

【0048】次に、図2により、図1の光学素子を含む光ピックアップ光学系及び光ピックアップ装置について説明する。

【0049】図2に示す光ピックアップ装置20は、光ピックアップ光学系21と、レーザダイオードからなる光源22と、フォトダイオードからなる受光センサ23とを備え、光源22からの光により光ディスク10から情報を読み取るように構成されている。なお、光ピックアップ装置20は、図2の横方向に光ディスク10に対し自動的に移動できるようにオートサーボ機構(図示省略)を備え、また、図2の縦方向に自動的に移動するようにオートトラッキングサーボ機構(図示省略)を備える。

【0050】光ピックアップ光学系21は、光源22からのレーザ光を回折する回折格子24と、回折格子24からの光を光ディスク10に向けて反射するとともに光ディスク6からの光を受光センサ23に向けて透過させるビームスプリッタ25と、ビームスプリッタ25で反射した光を平行光にするコリメータレンズ26と、コリメータレンズ26からの平行光が入射し光ディスク10上に集光させる光学素子1とを備える。光ディスク10は、光学素子1の出射面7aに極めて接近して配置されており、光ディスク10と光学素子1の出射面7aとの距離は、光源22の波長を $\lambda$ とすると、 $\lambda/2$ が好ましく、 $\lambda/4$ が更に好ましい。

【0051】図2の光ピックアップ装置20によれば、光源22からのレーザ光が回折格子24で回折され、ビームスプリッタ25で反射し、コリメータレンズ26で平行光にされてから、光学素子1にそのレンズ部2から入射する。この入射光は図1で説明したように平板部5の中心近傍に集光され、高屈折領域7へ入射し、出射面7aから外部に出射する。このとき、近接場効果で出射面7aから $\lambda/2$ の距離の範囲内で光が滲み出る。この近接場効果による光が回転中の光ディスク10上に照射され、その光が光ディスク10から反射し、その反射光が上述と逆の経路を辿り、ビームスプリッタ25を通過して受光センサ23で受光しその光の強弱を電気信号に変換することにより、光ディスク10に記録された情報

を読み取ることができる。また、同様にして光ディスクに情報を書き込み記録することも可能である。

【0052】この場合、光学素子1において、光学的に収差補正できる自由面が、レンズ部2の凹面2a、2b及び第2の反射面4の3面であるから、十分な収差補正が可能であり、良好な光学性能を確保できる。従って、図2のような光ピックアップ装置20に適用した場合、精度のよい読み取り・書き込みが可能となり、好ましい。また、光学素子1により、スポット径の小さな光を得ることができ、高密度記録が可能となる。

【0053】次に、図6により図1の光学素子の変形例を説明する。図6に示す光学素子11は、図1の高屈折領域7の代わりに、平板部5の中心近傍部9をくり抜いた孔形状とし、この孔部9aに半球面レンズ17を埋め込むようにして配置したものである。孔部9aの上部周囲は面取り状に切り欠かれ、切り欠き部9bを形成しており、第2の反射面4からの反射光が平板部5に妨げられず半球面レンズ17の球面に充分に入射するようになっている。半球面レンズ17はその出射面17aが平板部5の外周5aと同一平面となるように配置されているが、出射面17aが外周5aから突き出るように配置してもよい。また、半球面レンズ17は高屈折率材料から形成することが好ましい。また、平板部5は必ずしも透光性材料から構成する必要はなく、非透光性材料であってもよい。

【0054】図6に示す光学素子11によれば、図の上方からほぼ平行な光がレンズ部2の凹面2aから入射し凹面2bから光軸pを中心に拡散するように出射する。この拡散した光は平面部5の第1の反射面6で反射し、この反射光が第2の反射面4で平板部5の中心近傍に向けて更に反射し、平板部5の中心近傍に集まる。そして、この集光された光が半球面レンズ17へ入射し、出射面17aから外部に出射する。このとき、近接場効果で出射面7aから $\lambda/2$  ( $\lambda$ は光源の波長)の距離の範囲内で $\lambda/n$  (半球面レンズ17の屈折率)の波長を有する近接場光が滲み出る。この滲み出た光を例えば上述の図2のように光ピックアップのために用いることができる。なお、 $\lambda/4$ の距離の範囲内で用いるのが、近接場光の強度は出射面7aからの距離により指数的に減少するから、更に効果的である。

【0055】次に、図3により別の光学素子について説明する。図3に示す光学素子は、反射面を裏面鏡に構成し、透光性の熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成された対物レンズである。

【0056】図3の光学素子31は、光軸pを中心に形成された凹面32と、凹面32からの光が入射し反射するように底部35に形成された平面状の第1の反射面34と、凹面32の周囲に形成され第1の反射面34からの光を底部35の中心に向けて反射する第2の反射面33と、底部35の中心近傍に形成された高屈折領域36



とを備えている。第2の反射面33は高屈折領域36に光を集光するような曲率に形成されている。また、光学素子31の外周から光軸pに対してほぼ垂直方向に突き出すようにフランジ部37が形成されており、このフランジ部37は光学素子を光ピックアップ装置に取り付ける場合に用いられる。

【0057】光学素子31は、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から一体に成形により形成されており透光性である。第1及び第2の反射面34、33は裏面鏡に構成され、第2の反射面33は入射した光を底部35の中心に向けて反射するような曲率になっている。底部35の中心近傍の高屈折領域36は、光学素子の樹脂材料の屈折率よりも高く形成されており、底部35の中心近傍に例えば埋め込み、スパッタリング、蒸着、イオン交換、ドーピング等により、ほぼ半球面状に形成される。

【0058】この光学素子31によれば、図の上方からほぼ平行な光が凹面32から入射し光軸pを中心に拡散するように光学素子31内を進み、この拡散した光は第1の反射面34で反射し、この反射光が第2の反射面33で底部35の中心近傍に向けて更に反射し、底部35の高屈折領域36に集光されて入射する。そして、この集光された光が高屈折領域36の出射面36aから外部に出射する。このとき、近接場効果で出射面36aから $\lambda/2$  ( $\lambda$ は光の波長)の距離の範囲内で光が滲み出る。この滲み出た光を例えば上述と同様に光情報記録媒体の光ピックアップのために用いることができる。

【0059】また、光学素子31は、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成されているから、熱可塑性樹脂によるものと比べて熱による影響は少なく熱に対し耐久性が実現できるとともに、光学的に異方性がなく複屈折が少なく光学的に高精度な光学素子を実現できる。また、より低温の状態で成形できるから、製造上コスト的に有利である。また、熱に対し耐久性があるから、図2のような光ピックアップ装置に用いられ、光学素子31の周囲に例えばCPUのような発熱する電気部品や電子部品等が配置されていても、熱変形は少なく、好ましい。

【0060】次に、図3の変形例を図4により説明する。図4の光学素子39は図3の光学素子31の第1の反射面34を曲率のある第2の反射面38に構成したものである。この光学素子39によれば、光学的に収差補正できる自由面が図3の場合より一つ多い3面となるから、充分な収差補正が可能となり、良好な光学性能を確保し易くなり、好ましい。

【0061】次に、上述の図3に示す光学素子を用いた光ピックアップ装置を図7に示す。図7の光ピックアップ装置は、図2の装置の光学素子1の代わりに、図3の光学素子31を配置したものである。光学素子31は装置にフランジ部37で光軸pに対しほぼ垂直方向に固定されている。この光学素子31では、光学系21から入

射した光が上述のようにして出射面36aから外部に出射するが、このとき近接場効果で出射面36aから $\lambda/2$ の距離の範囲内で光が滲み出る。この近接場効果による光が回転中の光ディスク10上に照射され、図2の場合と同様にして光ディスク10から情報を読み取ることができる。なお、 $\lambda/4$ の距離の範囲内で用いるのが更に効果的である。また、上述と同様に、スポット径の小さな光となるから、光ピックアップ装置に用いた場合に、高密度記録が可能となる。

【0062】次に、図5により更に別の光学素子について説明する。図5に示す光学素子は、反射面を放物面からなる裏面鏡に構成し、透光性の熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成され、光が側面方向から入射するようにしたものである。

【0063】図5の光学素子41では、側面42からほぼ平行に入射した光が裏面鏡の放物線状に形成された反射面43で反射し、この反射した光が底面44の近傍に形成した高屈折領域45に集まるように構成されている。底面44近傍の高屈折領域45は反射面43の放物線形状のほぼ焦点位置に形成されている。光学素子41は、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から一体に成形により形成されており透光性である。底面44近傍の高屈折領域45は、光学素子の樹脂材料の屈折率よりも高く形成されており、例えば底面44の近傍における埋め込み、イオン交換、ドーピング等により、ほぼ半球面状に形成される。

【0064】この光学素子41によれば、図の右方からほぼ平行な光が側面42から入射し反射面43で反射し、この反射光が底面44近傍の高屈折領域45に集まる。そして、この集光された光が高屈折領域45の出射面45aから外部に出射する。このとき、近接場効果で出射面45aから $\lambda/2$  ( $\lambda$ は光の波長)の距離の範囲内で光が滲み出る。この滲み出た光を例えば上述と同様に光情報記録媒体の光ピックアップのために用いることができる。

【0065】また、入射面42は、曲率を有する光学透過面であってもよく、トーリック面などとして軸外特性などの収差補正に用いてもよい。

【0066】また、光学素子41は、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂から形成されているから、熱可塑性樹脂によるものと比べて熱による影響は少なく熱に対し耐久性が実現できるとともに、光学的に異方性がなく複屈折が少なく光学的に高精度な光学素子を実現できる。また、より低温の状態で成形できるから、製造上コスト的に有利である。また、熱に対し耐久性があるから、図2のような光ピックアップ装置に用いられ、光学素子41の周囲に例えばCPUのような熱を出す電気部品や電子部品等が配置されていても、熱変形は少なく、好ましい。

【0067】次に、上述の図5に示す光学素子を用いた

光ピックアップ装置を図 8 に示す。図 8 の光ピックアップ装置は、図 2 の装置の光学素子 1 の代わりに、図 5 の光学素子 4 1 を配置したものである。この光学素子 4 1 では、光学系 2 1 から入射した光が上述のようにして出射面 4 5 a から外部に出射するが、このとき近接場効果で出射面 4 5 a から  $\lambda/2$  の距離の範囲内で光が滲み出る。この近接場効果による光が回転中の光ディスク 1 0 上に照射され、図 2 の場合と同様にして光ディスク 1 0 から情報を読み取ることができる。なお、 $\lambda/4$  の距離の範囲内で用いるのが更に効果的である。また、上述と同様に、スポット径の小さな光となるから、光ピックアップ装置に用いた場合に、高密度記録が可能となる。また、図 8 では、図の横方向に自動的に移動するオートトラッキングサーボ機構を備え、また、図の縦方向に自動的に移動するオートサーボ機構を備える。

【0068】

【発明の効果】本発明によれば、近接場光学系に適切であり、熱に対し耐久性があり熱影響が少なくかつ異方性がなく光学的に高精度で複屈折が少ない光学素子、この光学素子を用いた光ピックアップ装置、及びこの光ピッ

クアップ装置を備える記録再生装置を提供できる。

【0069】また、近接場光学系に適切でありかつ十分な収差補正が可能な光学素子、この光学素子を用いた光ピックアップ装置、及びこの光ピックアップ装置を備える記録再生装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態による光学素子の断面図である。

【図 2】本発明の実施の形態による光ピックアップ光学系及びこの光学系を含む光ピックアップ装置の概略を示

す図である。

【図 3】本発明の実施の形態による別の変形例の光学素子の断面図である。

【図 4】図 3 の光学素子の変形例を示す断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態による更に別の変形例の光学素子の断面図である。

【図 6】図 1 の光学素子の変形例を示す断面図である。

【図 7】図 3 の光学素子を含む光ピックアップ光学系及びこの光学系を含む光ピックアップ装置の概略を示す図である。

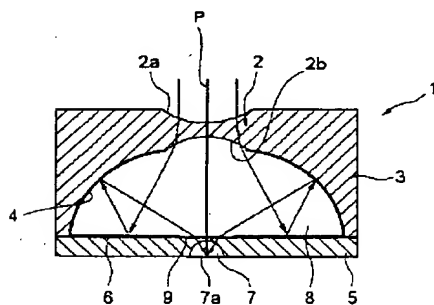
【図 8】図 5 の光学素子を含む光ピックアップ光学系及びこの光学系を含む光ピックアップ装置の概略を示す図である。

【図 9】従来の光学素子の断面図である。

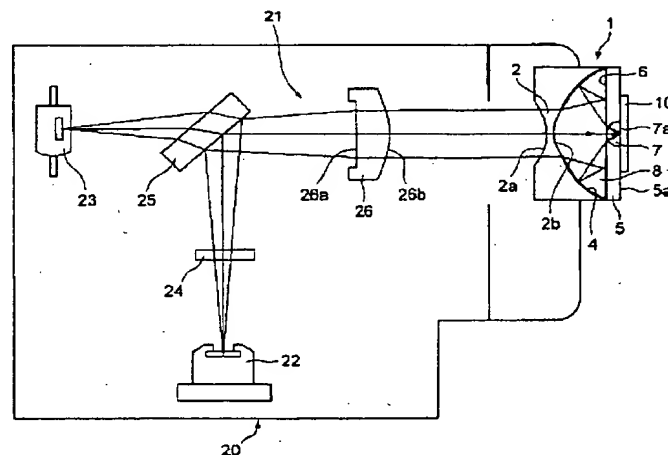
【符号の説明】

1, 11, 31, 39, 41	光学素子
2	レンズ部
2a, 2b, 32	凹面
6, 34, 38	第 1 の反射面
4, 33	第 2 の反射面
7, 36, 45	高屈折領域
17	半球面レンズ
7a, 36a, 45a, 17a	出射面
43	反射面
20	光ピックアップ装置
21	光ピックアップ光学系
22	光源
23	受光センサ
26	コリメータレンズ

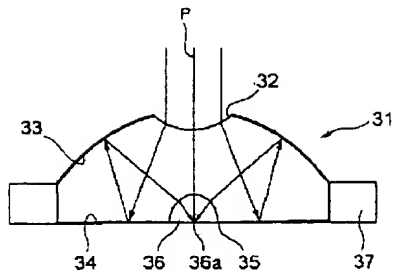
【図 1】



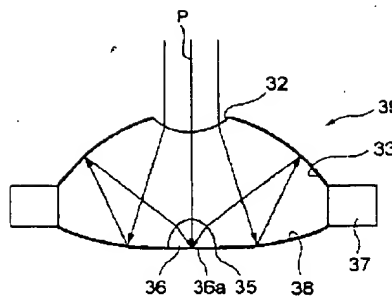
【図 2】



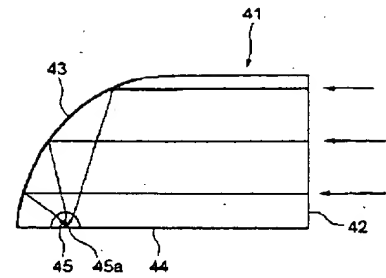
【図 3】



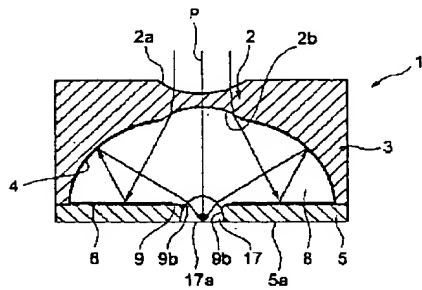
【図 4】



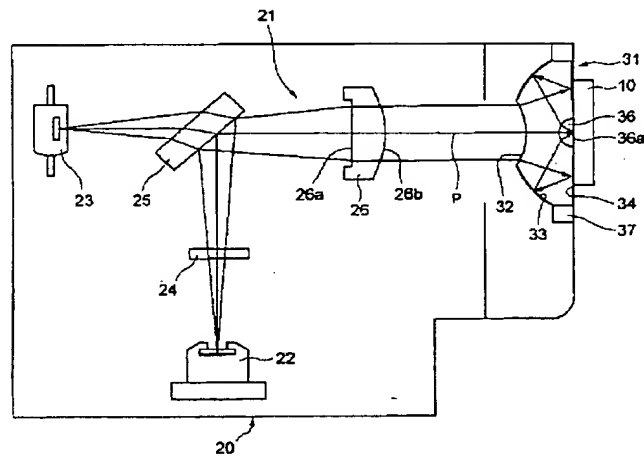
【図 5】



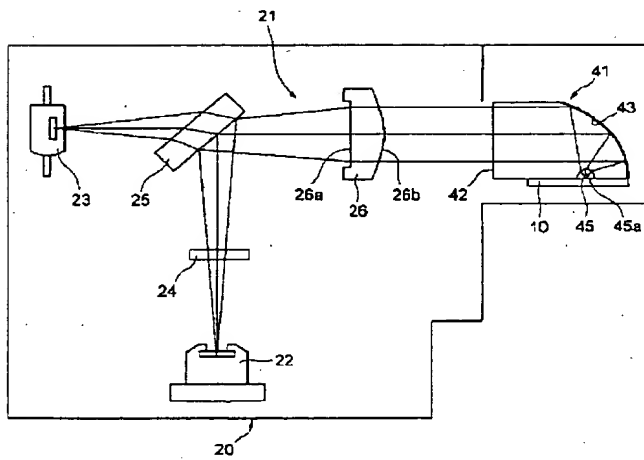
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

